

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

54024-026

Yamawaki, et al

January 11, 2001

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日

Date of Application:

2000年 1月 13日

出願番号

Application Number:

特願 2000-004942

出願人

Applicant (s):

ミノルタ株式会社

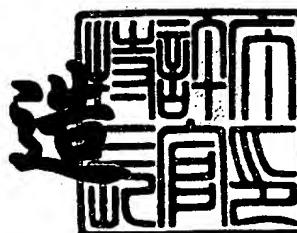
JG759 U.S. PTO
09/757654
01/11/01

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年 1月 6日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願
【整理番号】 P26-0156
【提出日】 平成12年 1月13日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H04N 9/77
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際
ビル ミノルタ株式会社内
【氏名】 山中 瞳裕
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際
ビル ミノルタ株式会社内
【氏名】 墓友 博則
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際
ビル ミノルタ株式会社内
【氏名】 中野 雄介
【特許出願人】
【識別番号】 000006079
【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社
【代理人】
【識別番号】 100089233
【弁理士】
【氏名又は名称】 吉田 茂明
【選任した代理人】
【識別番号】 100088672
【弁理士】
【氏名又は名称】 吉竹 英俊

【選任した代理人】

【識別番号】 100088845

【弁理士】

【氏名又は名称】 有田 貴弘

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012852

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9805690

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像復元装置および画像復元方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像の劣化を復元する画像復元装置であって、

各画素と前記各画素の近傍の画素との画素値の相違に基づいて画像中の復元領域を決定する領域決定手段と、

前記画像の劣化特性を示す少なくとも1つの劣化関数を用いて前記復元領域において前記画像を復元する復元手段と、
を備えることを特徴とする画像復元装置。

【請求項2】 画像の劣化を復元する画像復元装置であって、

画像の劣化特性を示す少なくとも1つの劣化関数に基づいて前記画像中の復元領域を決定する領域決定手段と、

前記少なくとも1つの劣化関数を用いて前記復元領域において前記画像を復元する復元手段と、
を備えることを特徴とする画像復元装置。

【請求項3】 画像の劣化を復元する画像復元装置であって、

各画素の画素値に基づいて画像中の復元領域を決定する領域決定手段と、

前記画像の劣化特性を示す少なくとも1つの劣化関数を用いて前記復元領域において前記画像を復元する復元手段と、
を備えることを特徴とする画像復元装置。

【請求項4】 画像の劣化を復元する画像復元装置であって、

画像中の復元すべき復元領域を決定する領域決定手段と、

前記復元領域において前記画像を復元する復元手段と、

復元された前記画像が適切か否かを判定する判定手段と、

前記復元手段による前記画像の復元を再度行うために前記復元領域を修正する
領域修正手段と、
を備えることを特徴とする画像復元装置。

【請求項5】 画像の劣化を復元する画像復元方法であって、

画像中の復元すべき復元領域を決定する領域決定工程と、

前記復元領域において前記画像を復元する復元工程と、
復元された前記画像が適切か否かを判定する判定工程と、
前記判定工程において復元された前記画像が不適切であると判定された場合に
、前記復元領域を修正し、前記復元工程へと戻る領域修正工程と、
を有することを特徴とする画像復元方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、画像の劣化を復元する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、CCDに代表される受光素子配列を用いて画像データとして取得される画像に対し、画像の劣化を復元する様々な技術が提案されている。画像の劣化とは、撮像対象から得られるべき理想的な画像に対して実際に得られた画像が劣化していることをいい、例えば、デジタルカメラを用いて得られる画像は、絞り値、焦点距離、ピント位置等に依存する収差により画像が劣化しており、さらに、偽解像を防止するための光学ローパスフィルタによっても劣化している。また、撮影の際の手ぶれによっても画像が劣化する。

【0003】

このような劣化した画像に対して、従来より、画像の劣化をモデル化することで取得された画像を理想的な画像に近づける復元が行われてきた。例えば、画像の劣化は各受光素子に入射すべき光束がガウス分布に従って広がりながら入射することにより生じるものとみなして画像全体に復元関数を作用させたり、画像のエッジを強調するフィルタ（いわゆる、アーチャ補正フィルタ）を画像全体に作用させる等して画像の復元が行われてきた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、画像の劣化は必ずしも画像全体に生じているとは限らない。例えば、幾何学的模様や背景が一色の被写体を撮影する場合、あるいは、文字認識

用の原稿をスキャンする場合等においては、劣化の影響を受けない領域が画像中に存在する。

【0005】

一方、復元処理を画像全体に行う場合には、復元処理を必要としない領域にまで悪影響を与えてしまう場合もある。例えば、ノイズやエッジの存在する領域にて復元処理を行うとリンクやノイズ強調が生じ、復元を必要としない領域にまで悪影響が及ぶ。

【0006】

そこで、この発明は上記課題に鑑みなされたものであり、復元処理を特定の領域にのみ行うことにより、画像の復元を適切に行うこととする目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】

請求項1の発明は、画像の劣化を復元する画像復元装置であって、各画素と前記各画素の近傍の画素との画素値の相違に基づいて画像中の復元領域を決定する領域決定手段と、前記画像の劣化特性を示す少なくとも1つの劣化関数を用いて前記復元領域において前記画像を復元する復元手段とを備える。

【0008】

請求項2の発明は、画像の劣化を復元する画像復元装置であって、画像の劣化特性を示す少なくとも1つの劣化関数に基づいて前記画像中の復元領域を決定する領域決定手段と、前記少なくとも1つの劣化関数を用いて前記復元領域において前記画像を復元する復元手段とを備える。

【0009】

請求項3の発明は、画像の劣化を復元する画像復元装置であって、各画素の画素値に基づいて画像中の復元領域を決定する領域決定手段と、前記画像の劣化特性を示す少なくとも1つの劣化関数を用いて前記復元領域において前記画像を復元する復元手段とを備える。

【0010】

請求項4の発明は、画像の劣化を復元する画像復元装置であって、画像中の復元すべき復元領域を決定する領域決定手段と、前記復元領域において前記画像を

復元する復元手段と、復元された前記画像が適切か否かを判定する判定手段と、前記復元手段による前記画像の復元を再度行うために前記復元領域を修正する領域修正手段とを備える。

【0011】

請求項5の発明は、画像の劣化を復元する画像復元方法であって、画像中の復元すべき復元領域を決定する領域決定工程と、前記復元領域において前記画像を復元する復元工程と、復元された前記画像が適切か否かを判定する判定工程と、前記判定工程において復元された前記画像が不適切であると判定された場合に、前記復元領域を修正し、前記復元工程へと戻る領域修正工程とを有する。

【0012】

【発明の実施の形態】

<1. 第1の実施の形態>

<1.1 デジタルカメラの構成>

図1ないし図3はこの発明の第1の実施の形態に係るデジタルカメラ1の外観を示す図であり、図1は正面図、図2は背面図、図3は左側面図である。なお、図1および図2ではメモリカード91が装着される様子を図示しており、図3ではメモリカード91を図示していない。

【0013】

デジタルカメラ1の主な構成は通常のデジタルカメラと同様であり、図1に示すように正面には被写体からの光をCCDへと導くレンズユニット2、および、被写体に向けてフラッシュ光を発するフラッシュ11が配置され、レンズユニット2の上方には被写体を捉えるためのファインダ12が配置される。

【0014】

また、上面には撮影操作の際に押されるシャッタボタン13が配置され、図3に示すように左側面にはメモリカード91を装着するためのカードスロット14が設けられる。

【0015】

デジタルカメラ1の背面には図2に示すように、撮影により取得された画像や操作画面を表示するための液晶ディスプレイ15、撮影モードと再生モードとを

切り替える切替スイッチ161、操作者の選択入を受け付ける4ウェイキー162等が配置される。

【0016】

図4はレンズユニット2近傍におけるデジタルカメラ1の内部構造を示す縦断面図である。レンズユニット2は複数のレンズにより構成されるレンズ系21および絞り22を内蔵しており、レンズユニット2の背後には光学ローパスフィルタ31および2次元の受光素子配列を有する単板カラーCCD32が順に配置される。すなわち、デジタルカメラ1では、レンズ系21、絞り22および光学ローパスフィルタ31が被写体からの光をCCD32へと導く光学系を構成している。

【0017】

図5はデジタルカメラ1の動作に係る主な構成を示すブロック図である。なお、図5では、シャッタボタン13、切替スイッチ161および4ウェイキー162を操作部16として図示している。

【0018】

図5に示すCPU41、ROM42およびRAM43は、デジタルカメラ1の全体の動作を制御する構成であり、CPU41、ROM42およびRAM43とともに各種構成が適宜バスラインに接続される。そして、CPU41がRAM43を作業領域としつつROM42内のプログラム421に従って演算処理を行うことにより、デジタルカメラ1の各部の動作や画像処理が行われる。

【0019】

レンズユニット2にはレンズ系21および絞り22とともにこれらを駆動するレンズ駆動部211および絞り駆動部221が設けられており、測距センサの出力や被写体の明るさに応じてレンズ系21および絞り22がCPU41により適宜制御される。

【0020】

CCD32はA/D変換器33に接続されており、レンズ系21、絞り22および光学ローパスフィルタ31を介して形成された被写体の像を画像信号としてA/D変換器33へと出力する。画像信号はA/D変換器33にてデジタル信号

(以下、「画像データ」という。)に変換された後、画像メモリ34に記憶される。すなわち、光学系、CCD32およびA/D変換器33により被写体の画像が画像データとして取得される。

【0021】

補正部44は、画像メモリ34中の画像データに対してホワイトバランス補正、ガンマ補正、ノイズ除去、色補正、色強調等の各種画像処理を施す。補正後の画像データはVRAM(ビデオRAM)151へと転送され、これにより、ディスプレイ15に画像が表示される。また、操作者の操作により、必要に応じて画像データがカードスロット14を介してメモリカード91に記録される。

【0022】

また、デジタルカメラ1では、取得された画像データに対して光学系の影響による劣化を復元する処理が行われるようになっており、この復元処理は、CPU41がROM42内のプログラム421に従って演算処理を行うことにより実現される。なお、デジタルカメラ1内部では画像データを処理することにより実質的に画像の処理(補正や復元)が行われるが、以下の説明では、処理対象である「画像データ」を適宜、単に「画像」という。

【0023】

<1.2 光学系による画像の劣化>

次に、デジタルカメラ1における画像の劣化について説明する。画像の劣化とは、デジタルカメラ1のCCD32、A/D変換器33等を介して取得される画像が、理想的な画像とはならない現象をいう。このような画像の劣化は、被写体上的一点から出た光線がCCD32上にて一点に集まることなく広がりを有する分布となるために生じる。換言すれば、理想的な画像が取得される場合においてCCD32の1つの受光素子(すなわち、画素)に入射すべき光束が、広がりをもって周囲の受光素子に入射するために画像の劣化が生じる。

【0024】

デジタルカメラ1では、レンズ系21、絞り22、光学ローパスフィルタ31により主として構成される光学系による画像の劣化の復元が行われるようになっている。

【0025】

図6はレンズユニット2による画像の劣化を説明するための図である。図6の符号71は画像全体を示しており、理想的な画像（すなわち、光学系の影響による劣化を受けない画像をいい、以下、「理想画像」という。）としては符号701にて示す領域が明るくなるものとすると、実際に得られる画像（以下、「取得画像」という。）では、レンズ系21の焦点距離およびピント位置（ズームレンズではレンズの繰り出し量に相当する。）、並びに、絞り22の絞り値に応じて領域701よりも広がった領域711が明るくなる。すなわち、理想的には領域701に対応するCCD32上の領域に入射すべき光束が、実際には領域711に対応する領域に広がって入射する。

【0026】

また、画像71の周辺部においても、理想画像の場合に符号702にて示す領域が明るいものとすると、取得画像においては符号712にて示すように略楕円状に広がった領域が明るくなる。

【0027】

図7ないし図9はレンズユニット2の光学的影響による画像の劣化をCCD32の受光素子レベルで説明するための模式図である。図7はレンズユニット2の影響がない状態（すなわち、理想画像が取得される状態）において、 3×3 の受光素子配列の中央の受光素子のみに強度1の光束が入射する様子を示している。これに対し、図8および図9はレンズユニット2の影響により図7に示す状態が変化する様子を示している。

【0028】

図8はCCD32の中央近傍の一例を示しており、中央の受光素子に強度1/3の光が入射し、上下左右の隣接する受光素子に強度1/6の光が入射する様子を示している。すなわち、中央の受光素子に入射すべき光束がレンズユニット2の影響により周囲に広がって入射する様子を示している。図9はCCD32の周縁部の一例を示しており、中央の受光素子に強度1/4の光が入射しつつ左上から右下へと広がりをもって光が入射する様子を示している。

【0029】

このような画像の劣化特性は、理想画像の各画素の画素値を図8や図9に例示する画素値の分布へと変換する関数（すなわち、点像分布に基づく2次元フィルタ）として表現できることから、劣化関数（あるいは、劣化フィルタ）と呼ばれる。

【0030】

レンズユニット2の影響による劣化特性を示す劣化関数は、レンズ系21による焦点距離、ピント位置、および、絞り22の絞り値に基づいて受光素子の位置ごとに（すなわち、画素の位置ごとに）求め求めることができる。そこで、デジタルカメラ1では、後述するように、レンズユニット2からレンズの配置に関する情報および絞り値を得て画素の位置に応じた劣化関数を求め、劣化関数に基づいて取得画像の復元を実現している。

【0031】

なお、レンズユニット2に関する劣化関数は、一般的には、焦点距離、ピント位置、絞り値、および、CCD32上の（すなわち、画像中の画素の）2次元座標等をパラメータとする非線形関数となる。また、図7ないし図9では便宜上、画像の色については言及していないが、カラー画像の場合にはRGB各色に対応した劣化関数、あるいは、各色の劣化関数をまとめた劣化関数が求められる。ただし、処理を簡略化するために色収差を無視し、RGB各色に対応する劣化関数が同じであるとしてもよい。

【0032】

図10は光学ローパスフィルタ31の影響による劣化をCCD32の受光素子レベルで説明するための模式図である。光学ローパスフィルタ31は複屈折光学材料を用いて帯域制限を行うことにより偽解像を防止するものであり、単板カラーCCDの場合には、図10に例示するように左上の受光素子に入射すべき光をまず矢印721にて示すように上下に分離し、さらに、矢印722にて示すように左右に分離する。

【0033】

単板カラーCCDでは、互いに隣接する4つの受光素子のうち、対角線上の2つの受光素子にグリーン(G)のフィルタが形成され、残りの2つの受光素子に

レッド (R) とブルー (B) のフィルタが形成される。そして、各画素の R G B 値は周囲の画素から得られる情報を参照しながら補間処理により求められる。しかしながら、単板カラー CCD には G の画素が R や B の画素の倍だけ存在することから、CCD から得られるデータをそのまま用いると G の解像度が R や B の解像度よりも高い画像が得られてしまい、R や B のフィルタが形成された受光素子では捉えることができない被写体像の高周波成分が偽解像として現れる。

【0034】

そこで、図10に例示するような特性を有する光学ローパスフィルタ31がCCD32の前面に設けられるが、この光学ローパスフィルタ31の影響によりGの受光素子から得られる画像の高周波成分が劣化されてしまう。

【0035】

図11は図10に示す特性を有する光学ローパスフィルタ31により中央の受光素子に入射すべき光束の分布を例示する図、すなわち、光学ローパスフィルタ31に対応した劣化関数の特性を模式的に示す図である。図11に示すように、光学ローパスフィルタ31は中央の受光素子に入射すべき光束を 2×2 の受光素子に分割する。そこで、デジタルカメラ1では、後述するように、光学ローパスフィルタ31に対応する劣化関数を予め準備しておき、劣化関数に基づく取得画像の復元を実現している。

【0036】

なお、光学ローパスフィルタ31に関する劣化関数を用いる復元では、補間処理後の R G B 値から輝度成分を求め、この輝度成分に対して復元が行われる。また、他の復元方法として、G成分の補間処理後にG成分に対して復元が行われ、復元されたG成分を用いてR、B成分が補間されるようになっていてもよい。

【0037】

以上の説明では、画素ごとに劣化関数が求められるものとして説明したが、劣化関数としては複数画素の劣化関数をまとめたものや全画素分の劣化関数をまとめたもの（すなわち、複数画素の劣化に相当する変換行列）が求められるようになっていてもよい。

【0038】

<1.3 画像の復元>

次に、劣化関数を用いた取得画像の復元について、3つの具体例を説明する。なお、デジタルカメラ1ではいずれの画像復元方法が採用されてもよい。また、後述するように、デジタルカメラ1では予め復元領域を求めて復元領域にのみ復元処理を施すようになっているが、以下の説明では、まず、画像全体を復元する場合について説明し、続いて復元領域のみを復元する場合について言及する。

【0039】

図12は第1の画像復元方法における処理の流れを示す流れ図である。第1の画像復元方法は劣化関数から復元関数を求め、取得画像に復元関数を作用させて復元を行う方法である。

【0040】

理想画像の各画素に劣化関数を作用させた劣化画像を考えた場合、劣化関数は各画素の画素値に基づいて周囲の画素の画素値を変更する作用を有することから、劣化画像は理想画像よりも大きなサイズの画像となる。ここで、理想画像と取得画像とのサイズが同じであるとすると、劣化画像の周囲の画素を削除したものを取得画像と捉えることができる。したがって、劣化関数とは逆の変換を行う復元関数を求めようとした場合、処理対象領域の外側（すなわち、外周）の情報が欠落しているため復元関数を適切に求めることができない。

【0041】

そこで、第1の画像復元方法では、まず、処理対象領域の外側に仮想的な画素を設け、仮想的な画素の画素値を適宜決定する（ステップS11）。例えば、取得画像の境界の内側の画素の画素値をそのまま境界の外側の画素の画素値として決定する。これにより、修正された取得画像の画素値の配列であるベクトルYと、理想画像の画素値の配列であるベクトルXとは、数1の関係を満たすものと想定することができる。

【0042】

【数1】

$$H \mathbf{X} = \mathbf{Y}$$

【0043】

ただし、行列Hは各画素の劣化関数を全画素についてまとめた理想画像全体に作用させる劣化関数（以下「画像劣化関数」という。）である。

【0044】

その後、画像劣化関数である行列Hの逆行列 H^{-1} を、画像を復元するための復元関数として求め（ステップS12）、数2によりベクトルXを求める。

【0045】

【数2】

$$X = H^{-1} Y$$

【0046】

すなわち、修正された取得画像に復元関数を作用させて画像の復元を行う（ステップS13）。

【0047】

画像全体ではなく復元領域のみを復元する場合には、上記ベクトルXおよびYとして復元領域の画素の画素値のみが用いられ、ベクトルYをベクトルXに変換する復元関数が求められる。これにより、画像全体を復元する場合に比べて処理量を削減することができる。また、復元領域の周囲の多くの画素の画素値が既知であることから、適正な復元関数を容易に求めることができる。

【0048】

図13は第2の画像復元方法における処理の流れを示す流れ図である。劣化関数は、一般に理想画像中の特定の周波数成分を減衰させるという特性を有することから、第2の画像復元方法では取得画像における特定の周波数成分を復元して画像の復元を行う。

【0049】

まず、取得画像を所定の画素数のブロックに分割し（ステップS21）、各ブロックに2次元フーリエ変換（すなわち、離散コサイン変換（DCT））を施し、各ブロックを周波数空間へと変換する（ステップS22）。

【0050】

次に、劣化関数の特性に基づいて減衰された周波数成分の復元が行われる（ステップS23）。具体的には、フーリエ変換されたブロックをフーリエ変換された劣化関数にて割り算する。その後、ブロックに逆フーリエ変換（逆DCT）を施し（ステップS24）、復元されたブロックを合成することにより復元画像を得る（ステップS25）。

【0051】

画像全体ではなく復元領域のみを復元する場合には、復元領域のみがブロックに分割されて処理される。これにより、画像全体を復元する場合に比べて処理量を削減することができる。

【0052】

図14は第3の画像復元方法における処理の流れを示す流れ図である。第3の画像復元方法は、劣化前の画像を仮定し（以下、仮定された画像を「仮定画像」という。）、反復法を用いて仮定画像を更新することにより劣化前の画像を求める方法である。

【0053】

まず、初期状態の仮定画像として、取得画像が用いられる（ステップS31）。次に、仮定画像に劣化関数（正確には、画像劣化関数である行列H）を作用させ（ステップS32）、得られた画像と取得画像との相違が求められ（ステップS33）、相違に基づいて仮定画像の更新が行われる（ステップS35）。

【0054】

具体的には、取得画像であるベクトルYと仮定画像であるベクトルXとに基づいて、Wを重み行列（単位行列であってもよい）として、数3が最小となるベクトルXを修正された仮定画像として求める。

【0055】

【数3】

$$[Y - HX]^T W [Y - HX]$$

【0056】

その後、取得画像と劣化された仮定画像との相違が許容範囲内となるまで仮定

画像の更新が繰り返され（ステップS34）、最終的に得られる仮定画像が復元後の画像となる。

【0057】

すなわち、取得画像であるベクトルYと仮定画像を劣化させた画像であるベクトルHXとの相違を各画素の画素値の差の2乗和（または、荷重2乗和）として求めつつ連立一次方程式 $Y = HX$ を反復法で解くことにより、相違が最小となるベクトルXを求める。なお、第3の画像復元方法の詳細について言及された文献としては、例えば、"RESTORATION OF A SINGLE SUPER-RESOLUTION IMAGE FROM SEVERAL BLURRED, NOISY AND UNDER-SAMPLED MEASURED IMAGES" (M.Elad and A.Fuer, IEEE Trans., On Image Processing, Vol.6 No.12 pp1646-1658 Dec/1997) が挙げられる。また、反復法の細部については様々な他の手法を利用することももちろん可能である。

【0058】

画像全体ではなく復元領域のみを復元する場合においても画像全体の処理を行うが、仮定画像のうち復元領域のみが更新される。これにより、復元領域に対する反復計算において解の収束安定性が向上する。

【0059】

第3の画像復元方法を用いることにより、第1および第2の画像復元方法よりも適切な画像復元を行うことができるが、デジタルカメラ1にて採用される画像復元方法は第1ないし第3の画像復元方法のいずれが採用されてもよく、他の方法が用いられてもよい。

【0060】

<1.4 復元領域の決定>

既述のように、デジタルカメラ1では、予め取得画像において復元領域を決定し、復元領域のみを復元することにより画像の復元を行うようになっている。次に、デジタルカメラ1における復元領域を決定する一手法として、コントラストを用いた復元領域の決定方法について説明する。なお、コントラストとは、対象となる画素（以下、「対象画素」という。）と近傍の画素との画素値の相違をいうものとする。

【0061】

取得画像における各画素のコントラストを求める手法としてはどのような手法が用いられてもよいが、例えば、対象画素と近傍の画素（隣接8画素、近接24画素等）との画素値の差の総和を用いることができる。また、対象画素と近傍の画素との画素値の差の2乗の総和や両画素値の比の総和をコントラストとして用いることも可能である。

【0062】

各画素のコントラストが求められると予め定められたしきい値と各画素のコントラストとが比較され、しきい値よりも大きなコントラストを有する画素の領域が復元領域として決定される。なお、しきい値は露出レベル（すなわち、画像全体の明るさ）が高いほど高く設定され、ノイズレベルが高いほど高く設定される

【0063】

このような手法により、例えば、図15に示す取得画像に対して図16中の符号741にて示す平行斜線を付した領域が復元領域として決定される。

【0064】

<1.5 デジタルカメラの動作>

以上、デジタルカメラ1の構成、取得画像の劣化を示す劣化関数、劣化関数を用いた画像の復元、および、復元領域の決定について説明してきたが、次に、復元領域において画像の復元を行うデジタルカメラ1の動作について説明する。

【0065】

図17は撮影の際のデジタルカメラ1の動作の流れを示す流れ図であり、図18は復元の際のデジタルカメラ1の動作の流れを示す流れ図であり、図19はデジタルカメラ1の撮影に係る機能構成を示すブロック図である。図19において、レンズ制御部401、絞り制御部402、劣化関数算出部403、劣化関数記憶部404、復元部405および復元領域決定部406は、CPU41がROM42内のプログラム421に基づいて演算処理を実行することによりCPU41、ROM42、RAM43等により実現される機能を示している。

【0066】

シャッタボタン13が押されると、CCD32上に被写体の像を形成すべくデジタルカメラ1の光学系の制御が行われる（ステップS101）。すなわち、レンズ制御部401がレンズ駆動部211に制御信号を与え、これにより、レンズ系21を構成する複数のレンズの配置が制御される。さらに、絞り制御部402から絞り駆動部221へと制御信号が与えられ、絞り22が制御される。

【0067】

一方、レンズ制御部401および絞り制御部402からは、レンズ配置に関する情報および絞り値が劣化関数を求めるための劣化情報431として劣化関数算出部403へと送られる（ステップS102）。その後、露光が行われ（ステップS103）、CCD32等により取得された被写体の画像が画像データとして画像メモリ34に記憶される。以後の画像処理は画像メモリ34に記憶された画像データに対して行われる。

【0068】

劣化関数算出部403では、レンズ制御部401および絞り制御部402から与えられた劣化情報431を用いて、レンズ系21および絞り22の影響を考慮した各画素の劣化関数が求められる（ステップS104）。求められた劣化関数は劣化関数記憶部404に記憶される。また、劣化関数記憶部404には予め光学ローパスフィルタ31に関する劣化関数が準備されている。

【0069】

なお、ステップS104において劣化関数がレンズユニット2の構成や特性ごとに一旦個別に求められ、その後、光学系全体を考慮した劣化関数が求められるようになっていてもよい。例えば、レンズ系21に関する劣化関数、絞り22に関する劣化関数、および、光学ローパスフィルタ31に関する劣化関数が個別に準備されてもよく、さらに、レンズ系21の劣化関数も焦点距離に関する劣化関数、および、ピント位置に関する劣化関数として分離して求められてもよい。

【0070】

また、画素ごとの劣化関数を求める演算処理を簡素化するため、画像中の代表的な画素の劣化関数を求めておいて、他の画素の劣化関数が代表的な画素の劣化関数を補間して求められるようになっていてもよい。

【0071】

劣化関数が求められると、復元領域決定部406により復元領域が決定され、復元部405により取得画像の復元領域に対して既述の復元処理が行われる（ステップS105）。これにより、取得画像における光学系の影響による劣化が復元領域においてのみ復元される。すなわち、光学ローパスフィルタ31に関する劣化関数を用いた画像の復元が復元領域において行われ、レンズユニット2に関する劣化関数を用いた画像の復元が復元領域において行われる。

【0072】

画像の復元の際には、図18に示すように、まず、しきい値算出部407が取得画像から復元領域決定用のしきい値を算出し（ステップS201）、復元領域決定部406がしきい値と各画素のコントラストとを比較して復元領域を決定する（ステップS202）。その後、光学系に関する劣化関数を用いて既述の復元方法により復元領域における画像の復元を行う（ステップS203）。

【0073】

光学ローパスフィルタ31に関する劣化関数を用いた画像の復元では、補間処理後の復元領域の各画素のRGB値から輝度成分および色成分を求め、この輝度成分に対して復元が行われ、輝度成分および色成分がRGB値へと戻される。

【0074】

一方、レンズユニット2に関する劣化関数を用いた画像の復元では、復元領域の各画素のRGB値のそれぞれに対して色収差を考慮した復元が行われる。もちろん、光学ローパスフィルタ31およびレンズユニット2による画像の劣化の復元を輝度成分にのみ行い、処理を簡略化してもよい。

【0075】

また、光学ローパスフィルタ31およびレンズユニット2による劣化の復元が同時に行われるようになっていてもよい。すなわち、光学系全体の劣化関数を求めた上で、復元領域における画像の復元が行われるようになっていてもよい。

【0076】

復元後の画像は補正部44により、ホワイトバランス補正、ガンマ補正、ノイズ除去、色補正、色強調等の各種画像処理が施され（ステップS106）、補正

後の画像のデータが画像メモリ34に記憶される。さらに、画像メモリ34内の画像データは適宜、カードスロット14を介してメモリカード91に保存される(ステップS107)。

【0077】

以上説明してきたように、デジタルカメラ1では、光学系による劣化特性を示す劣化関数を用いて光学系の影響による画像の劣化を復元領域においてのみ復元することから、リングングの発生やノイズの増加等の劣化していない領域への影響を抑えることができ、取得画像の適切な復元を行うことができる。

【0078】

<2. 第2の実施の形態>

次に、第1の実施の形態におけるデジタルカメラ1の他の復元手法を第2の実施の形態として説明する。なお、第2の実施の形態におけるデジタルカメラ1は図1ないし図5に示した構成と同様であり、基本動作も図17と同様であるため、適宜、同符号を用いて説明する。

【0079】

図20は、第2の実施の形態におけるデジタルカメラ1の動作のうち、図17に示すステップS105の内容を示す図である。また、図21はデジタルカメラ1の機能構成のうち、復元部405周辺の機能構成を示すブロック図であり、復元領域修正部408が追加された構成となっている。なお、復元領域修正部408もCPU41、ROM42、RAM43等により実現される機能であり、他の機能構成は、図19と同様である。

【0080】

第2の実施の形態に係るデジタルカメラ1では、取得画像を復元する際に、第1の実施の形態と同様に、まず、しきい値算出部407がCCD32により取得された取得画像を用いてコントラストに関するしきい値を算出し(ステップS211)、続いて、復元領域決定部406がしきい値を超えるコントラストを有する画素が存在する領域を復元領域として決定する(ステップS212)。さらに、劣化関数記憶部404に記憶されている劣化関数を用いて復元部405が復元領域において画像の復元を行う(ステップS213)。

【0081】

図22は、取得画像の例を示す図であり、図23はコントラストを用いて復元領域を決定し、画像の復元を行った結果を示す図である。コントラストを用いて復元領域を決定する場合、完全に潰れてしまった領域ではコントラストが低くなり、この領域が復元領域には含まれなくなる。すなわち、劣化関数は特定の周波数成分を消去あるいは減少させる特性を有し、例えば、理想画像では縞模様であった領域のコントラストが取得画像ではほぼ0となってしまうことがある。図23において符号751は、復元すべき領域であるにもかかわらず非復元領域とされ、その結果、復元処理が行われなかった領域を例示している。

【0082】

このような復元すべき領域でありながら復元処理が行われなかった領域では、一般に、それと接する処理領域における復元された画素値が、領域の境界線に沿う方向に対して大きく変化する。したがって、デジタルカメラ1では、復元後の画像において非復元領域の周囲の画素値の状態（すなわち、画素値のばらつき）を確認し、非復元領域の外周の画素値がばらついている場合には、判定部409が復元領域の修正が必要であると判定するようになっている（ステップS214）。

【0083】

なお、復元すべき非復元領域であるか否かの判定は、反復法を用いる復元の際に隣接する復元領域の境界付近での画素値が収束しないことに注目して行われても良い。

【0084】

復元領域の修正が必要であると判定された場合には（ステップS215）、復元領域修正部408が対象となった非復元領域を縮小する（すなわち、復元領域を拡張する）修正を行う（ステップS216）。そして、修正された復元領域において復元部405が復元処理を再度実行し（ステップS213）、再び判定のステップ（ステップS214）へと戻る。その後、復元領域の修正および復元処理が必要なだけ繰り返される（ステップS213～S216）。図24は、復元領域の修正を伴う画像の復元を行った結果を示す図であり、図23に示す領域7

5.1においても適切に復元が行われた様子を示している。

【0085】

なお、復元領域の拡張後の復元処理は、前回の復元処理後の画像に対して行われてもよく、最初の画像（すなわち、取得画像）に対して行われてもよい。

【0086】

以上のように、非復元領域の境界の状態に基づいて復元領域を拡張して修正することにより、復元処理を施すべき非復元領域を排除することができ、適切な画像の復元が実現される。復元後の画像は第1の実施の形態と同様に補正部4.4による補正を受けた後、画像メモリ3.4に記憶される。

【0087】

＜3. 第3の実施の形態＞

第1および第2の実施の形態では、光学系による画像の劣化を復元する手法について説明したが、第3の実施の形態では他の原因による画像の劣化を復元する手法として、撮影の際の手ぶれによる画像の劣化を復元するデジタルカメラ1について説明する。デジタルカメラ1の基本構成は図1ないし図5ほどと同様である。なお、第3の実施の形態では手ぶれ補正についてのみ言及するが、もちろん、光学系による画像の劣化の復元も併せて行われてもよい。

【0088】

図2.5は手ぶれによる画像の劣化を説明するための図である。図2.5はCCD 3.2の 5×5 の受光素子を示しており、中段左側の受光素子に入射すべき強度1の光束が手ぶれにより右側に広がって入射し、その結果、左右に $1/5$ の強度にて分布して入射する様子を例示している。すなわち、点像が劣化により分布を有する像となる際の劣化関数を示している。

【0089】

第3の実施の形態に係るデジタルカメラ1では、変位センサを用いて手ぶれに関する劣化関数を求めることが可能とされており、劣化関数を用いて取得画像を適切に復元することができるようになっている。

【0090】

図2.6は図1.7に示すデジタルカメラ1の全体動作のうち、ステップS10.5

の詳細を示す図であり、図27は復元部405の周囲の機能構成を示すブロック図である。なお、第3の実施の形態に係るデジタルカメラ1では、手ぶれの方向および量を検出する変位センサ24（加速度センサにより変位を求めるセンサ）が設けられ、劣化関数が劣化関数記憶部404から復元領域決定部406へと転送される点で第1の実施の形態（図19）と相違している。他の機能構成については第1の実施の形態と同様である。

【0091】

第3の実施の形態において、デジタルカメラ1は撮影の際に図17に示すように、まず、光学系を制御して撮影を行うが（ステップS101, S103）、このとき、変位センサ24からの情報が取得画像の劣化を示す劣化情報431として劣化関数算出部403へと送られる（ステップS102）。その後、劣化関数算出部403が劣化情報431に基づいて図25に例示する特性を有する劣化関数を算出し（ステップS104）、劣化関数記憶部404に転送する。

【0092】

次に、復元領域の決定および取得画像の復元が行われるが（ステップS105）、図26に示すように、劣化関数記憶部404から転送されたぶれに関する劣化関数に基づいて復元領域決定部406において復元領域が決定された後（ステップS221）、この劣化関数を用いて復元領域における画像の復元が復元部405により行われる（ステップS222）。

【0093】

取得画像の劣化が図25に示す劣化特性を有する場合、理想画像中の上下方向に画素値の変化が存在するとしても、左右方向に画素値の変化が存在しない場合には、取得画像では劣化は生じない。例えば、図25の劣化特性を有する劣化関数の場合、左右方向に伸びる直線を撮影しても画像の劣化は生じない。したがって、復元領域決定部406では、劣化関数に基づいて左右方向（すなわち、ぶれ方向に垂直な方向）に対するコントラストが所定のしきい値以上の画素が存在する領域のみを復元領域として決定する。

【0094】

このように劣化関数に基づいて復元領域を決定することにより、例えば、図1

5に示す取得画像に対して、図28中に平行斜線にて示す領域742が復元領域として決定される。

【0095】

復元領域の決定および取得画像の復元が完了すると、第1の実施の形態と同様に補正処理が行われた後（ステップS106）、補正後の画像が適宜、画像メモリ34からメモリカード91へと転送される。

【0096】

以上説明してきたように、復元領域の決定は劣化関数に基づいて（例えば、劣化関数から所定の算出式を設定して）行われてもよい。なお、上記説明では手ぶれに関する劣化関数を用いたが、他の劣化関数が用いられてもよい。例えば、劣化関数の周波数特性を参照し、所定の周波数成分が失われた領域や、いわゆる2線ぼけが生じている領域が復元領域として決定されてもよい。さらに、第2の実施の形態のように復元領域の修正が行われてもよい。

【0097】

＜4. 第4の実施の形態＞

次に、第1の実施の形態において他の手法により復元領域を決定する例を第4の実施の形態として説明する。デジタルカメラ1の構成および基本動作は図1ないし図5、図17、並びに、図19と同様であり、同符号を用いて説明を行う。なお、第4の実施の形態に係るデジタルカメラ1は光学系以外の様々な原因に基づく画像の劣化を復元する際に利用することも可能である。

【0098】

図29は第4の実施の形態における復元処理（図17：ステップS105）の流れを示す流れ図である。第4の実施の形態では、復元領域の決定が輝度に基づいて行われる。すなわち、取得画像の明るさに基づいて所定のしきい値が算出され（ステップS231）、輝度が所定のしきい値以下の領域を復元領域として決定する（ステップS232）。

【0099】

その後、復元領域において光学系に関する劣化関数を用いて第1の実施の形態と同様にして復元処理を行う（ステップS233）。

【0100】

以上のように、第4の実施の形態では輝度に基づいて復元領域を決定する。これにより、例えば、白い背景にて撮影された被写体の画像に対して背景を確実に非復元領域とすることができます。その結果、画像全体に復元処理を施した場合に主被写体の周囲にリングングが生じてしまったり、背景のノイズが強調されてしまうことを適切に防止することができる。

【0101】

特に、上記説明ではデジタルカメラを用いて説明を行ったが、スキャナにて文字の画像を取得して文字認識を行う場合には適切な文字認識が実現される。

【0102】

また、上記説明では輝度が所定のしきい値以下の領域を復元領域として決定するものとして説明したが、もちろん、背景の明るさに応じて輝度が所定のしきい値以上の領域を復元領域として決定してもよい。さらに、背景の明るさが既知の場合には、輝度が所定の範囲内の領域を復元領域としてもよい。

【0103】

また、証明写真のように背景が所定の色の場合には、所定の色の範囲内の領域が復元領域として決定されてもよい。すなわち、画素の画素値（輝度を含む）に基づいて復元領域を決定することにより、処理領域を適切に決定することができ、画像の適切な復元を実現することができる。

【0104】

なお、第4の実施の形態も第2の実施の形態と同様に、復元領域の修正が行われるようになっていてもよい。

【0105】

<5. 第5の実施の形態>

図30はこの発明の第5の実施の形態を示す図である。第1ないし第4の実施の形態では、デジタルカメラ1にて画像の復元が行われるようになっているが、第5の実施の形態では、コンピュータ5にて画像の復元が行われるようになっている。すなわち、画像復元機能を有しないデジタルカメラ1とコンピュータ5との間でメモリカード91や通信ケーブル92を用いてデータの受け渡しを可能と

し、デジタルカメラ1にて取得された画像をコンピュータ5にて復元するようになっている。

【0106】

なお、コンピュータ5による復元処理は、第1ないし第4の実施の形態における復元処理のいずれが行われてもよいが、以下の説明では、第2の実施の形態と同様に、光学系による画像の劣化の復元および復元領域の修正が行われるものとして説明する。

【0107】

また、第5の実施の形態に係るデジタルカメラ1は、画像の復元を行わないという点を除いて第1の実施の形態と同様であり、以下の説明では第1の実施の形態と同様の構成については同符号を付して説明する。また、デジタルカメラ1からのデータの出力はカードスロット14や出力端子等の任意の出力手段から出力されてよいが、以下の説明においては、メモリカード91を介してデジタルカメラ1からコンピュータ5へとデータが転送されるものとして説明を行う。

【0108】

コンピュータ5には予め磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク等の記録媒体8を介して復元処理を行うプログラムがインストールされており、コンピュータ5内のCPUがRAMを作業領域としてプログラムに従った処理を行うことにより、コンピュータ5内にて画像の復元処理が実行される。

【0109】

図31は、メモリカード91に記録されるデータの構造を示す模式図である。デジタルカメラ1では、通常のデジタルカメラ1と同様の手法にて画像を画像データとして取得するが、同時に、光学系が画像に与える劣化特性を示す劣化関数も求める（あるいは、予め記憶されている）ようになっており、画像データ911と劣化関数912とが組み合わされてメモリカード91へと出力される。

【0110】

図32は第5の実施の形態に係るデジタルカメラ1の撮影の際の動作の流れを示す流れ図であり、図33はコンピュータ5における動作の流れを示す流れ図である。また、図34は復元処理に関するデジタルカメラ1およびコンピュータ

5の機能構成を示すブロック図である。図34では、デジタルカメラ1の機能構成のうち画像データと劣化関数とをメモリカード91に記録するための構成のみを図示しており、コンピュータ5に関してはメモリカード91内のデータを読み出すカードスロット51、固定ディスク52、並びに、CPU、RAM等により実現される機能である復元部505、復元領域決定部506および復元領域修正部508のみを図示している。以下、図32ないし図34を参照しながら第5の実施の形態におけるデジタルカメラ1およびコンピュータ5の動作について説明する。

【0111】

デジタルカメラ1にて撮影が行われる際には、第1の実施の形態と同様に（図19参照）、レンズ制御部401および絞り制御部402による光学系の制御が行われ（図32：ステップS111）、光学系の情報が劣化情報431として取得される（ステップS112）。その後、CCD32への露光が行われて（ステップS113）、撮影された画像が画像データとして取得される。

【0112】

劣化関数算出部403では、レンズユニット2に関する劣化情報431に基づいて劣化関数が求められ（ステップS114）、劣化関数記憶部404に転送される。また、第1の実施の形態と同様に、劣化関数記憶部404には予め光学ローパスフィルタ31に関する劣化関数が記憶されている。一方、取得された画像には補正部44による補正処理が行われ、画像メモリ34に記憶される（正確には、画像メモリ34内の画像データに対して補正処理が行われる。）（ステップS115）。

【0113】

その後、デジタルカメラ1では、図34に示すように補正後の画像に相当する画像データおよび劣化関数をカードスロット14を介してメモリカード91に出力する（ステップS116）。

【0114】

メモリカード91に画像データおよび劣化関数が保存されると、メモリカード91がコンピュータ5のカードスロット51に装着され、コンピュータ5が固定

ディスク52へと画像データおよび劣化関数を読み込んで復元処理に必要なデータを準備する（図33：ステップS121）。

【0115】

その後、画像データが示す画像に基づいて復元領域決定部506が復元領域を決定し、復元部505および復元領域修正部508により劣化関数を用いる既述の復元処理および復元領域の修正が繰り返し行われる（ステップS122）。これらの動作は図20に示す第2の実施の形態における復元処理と同様である。

【0116】

画像の復元が完了すると、復元後の画像が固定ディスク52に保存される（ステップS123）。

【0117】

以上のように、第5の実施の形態に係るデジタルカメラ1では、画像データとともに劣化関数を外部へ出力するようになっており、コンピュータ5では、復元領域の決定および劣化関数を用いた復元処理が行われる。これにより、デジタルカメラ1では復元処理を行う必要がないため、第1の実施の形態に比べて（特に、画素数の大きな画像を取得する場合に）、撮影開始から画像データの保存までの時間を短縮することができる。

【0118】

＜6. 変形例＞

以上、この発明の実施の形態としてデジタルカメラ1を用いて取得される画像を復元する例について説明してきたが、この発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、様々な変形が可能である。

【0119】

例えば、上記実施の形態では、劣化関数として、レンズユニット2に係る劣化関数、光学ローパスフィルタ31に係る劣化関数、および、手ぶれに係る劣化関数について説明したが、他の種類の劣化関数が求められる（または、予め準備される）ようになっていてもよい。また、3CCDのデジタルカメラ1においてレンズユニット2に関する劣化関数のみ、あるいは、絞り22に関する劣化関数のみを利用する場合のように、1種類の劣化関数のみを用いて画像の特定種類の劣

化のみが復元されるようになっていてもよい。

【0120】

また、既述のように、劣化関数は全画素について求められる必要はなく、代表的な画素（すなわち、受光素子）に関する劣化関数がLUT等を用いて求められた上で、他の画素の劣化関数が補間により求められてもよい。また、光学ローパスフィルタ31に関する劣化関数のように、劣化関数が全画素について一定である場合には予めROM42に1つの劣化関数を準備しておくだけで足りる。

【0121】

すなわち、少なくとも1種類の劣化関数を少なくとも1つ利用することにより、特定の種類の劣化を適切に復元することができる。

【0122】

また、上記実施の形態では、劣化関数の算出や画像の復元がデジタルカメラ1やコンピュータ5内のCPU、ROMおよびRAMにより行われると説明したが、デジタルカメラ1のレンズ制御部401、絞り制御部402、劣化関数算出部403、復元部405、復元領域決定部406および復元領域修正部408、並びに、コンピュータ5の復元部505、復元領域決定部506および復元領域修正部508は専用の電気的回路で構築されていてもよく、一部のみ専用の電気的回路で構築されていてもよい。

【0123】

また、デジタルカメラ1による画像の復元に係るプログラム421は、予めメモリカード91等の記録媒体を介してデジタルカメラ1にインストールされるようになっていてもよい。

【0124】

さらに、この発明は、デジタルカメラ1により取得される画像の復元に限定されるものではなく、受光素子配列を用いて画像を取得する他の撮像装置、例えば、電子顕微鏡やフィルムスキャナ等により取得される画像の復元にも利用される。もちろん、受光素子配列は2次元配列に限定されるものではなく、スキャナのように1次元配列であってもよい。

【0125】

また、復元領域の決定方法や復元領域の修正方法も上記実施の形態に限定されるものではなく様々な方法が利用可能である。例えば、取得画像の空間周波数の分布や変化に基づいて復元領域が決定されてもよく、復元領域に囲まれた非復元領域を強制的に復元領域としてもよい。

【0126】

また、復元領域を決定する際のしきい値を2種類求め、2つのしきい値を用いて復元領域、半復元領域および非復元領域の3つの領域に分割した後、半復元領域では復元前後の画素値の平均値（または、加重平均値）へと更新されるようになっていてもよい。これにより、復元領域と非復元領域との間の明瞭な境界をなくすことができる。

【0127】

【発明の効果】

請求項1ないし3に記載の発明では、復元領域において画像を復元するので画像の適切な復元を行うことができる。

【0128】

また、請求項4および5に記載の発明では、復元領域を修正するので、さらに適切な画像の復元を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1の実施の形態におけるデジタルカメラの正面図である。

【図2】

デジタルカメラの背面図である。

【図3】

デジタルカメラの側面図である。

【図4】

レンズユニット近傍の縦断面図である。

【図5】

デジタルカメラの構成を示すブロック図である。

【図6】

レンズユニットによる画像の劣化を説明するための図である。

【図7】

レンズユニットによる画像の劣化を説明するための図である。

【図8】

レンズユニットによる画像の劣化を説明するための図である。

【図9】

レンズユニットによる画像の劣化を説明するための図である。

【図10】

光学ローパスフィルタによる画像の劣化を説明するための図である。

【図11】

光学ローパスフィルタによる画像の劣化を説明するための図である。

【図12】

第1の画像復元方法における処理の流れを示す流れ図である。

【図13】

第2の画像復元方法における処理の流れを示す流れ図である。

【図14】

第3の画像復元方法における処理の流れを示す流れ図である。

【図15】

取得画像の例を示す図である。

【図16】

復元領域の例を示す図である。

【図17】

撮影の際のデジタルカメラの動作の流れを示す流れ図である。

【図18】

第1の実施の形態における復元処理の流れを示す流れ図である。

【図19】

デジタルカメラの機能構成を示すブロック図である。

【図20】

第2の実施の形態における復元処理の流れを示す流れ図である。

【図21】

第2の実施の形態におけるデジタルカメラの機能構成の一部を示すブロック図である。

【図22】

取得画像の例を示す図である。

【図23】

復元後の画像の例を示す図である。

【図24】

復元後の画像の例を示す図である。

【図25】

手ぶれによる画像の劣化を説明するための図である。

【図26】

第3の実施の形態における復元処理の流れを示す流れ図である。

【図27】

第3の実施の形態におけるデジタルカメラの機能構成の一部を示すブロック図である。

【図28】

復元領域の例を示す図である。

【図29】

第4の実施の形態における復元処理の流れを示す流れ図である。

【図30】

第5の実施の形態に係る全体構成を示す図である。

【図31】

メモリカード内のデータ構造を示す模式図である。

【図32】

撮影の際のデジタルカメラの動作の流れを示す流れ図である。

【図33】

コンピュータの動作の流れを示す流れ図である。

【図34】

デジタルカメラおよびコンピュータの機能構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

1 デジタルカメラ

5 コンピュータ

741, 742 復元領域

41 CPU

42 ROM

43 RAM

406, 506 復元領域決定部

912 劣化関数

405, 505 復元部

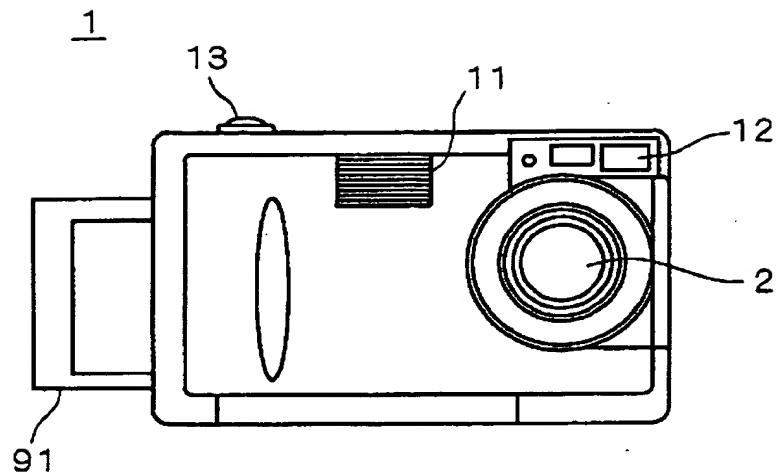
408, 508 復元領域修正部

409 判定部

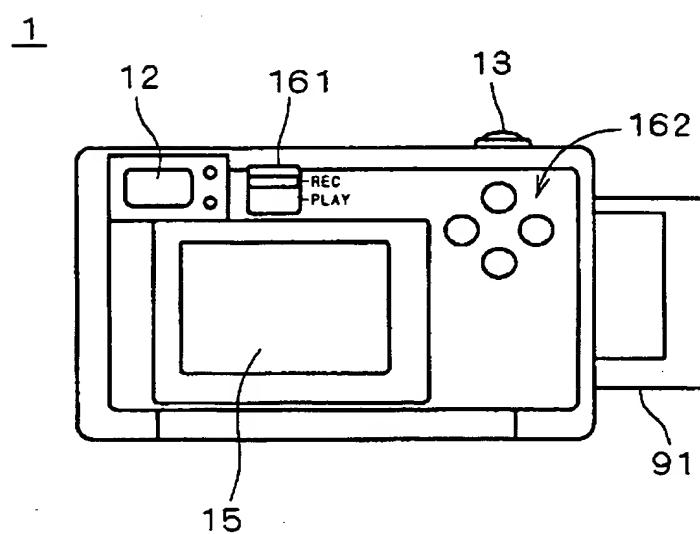
S212～S216 ステップ

【書類名】 図面

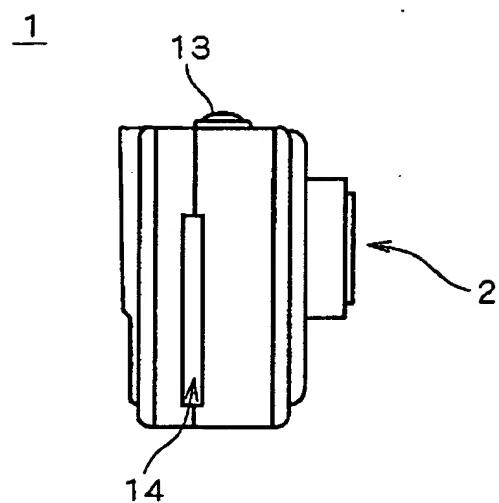
【図1】



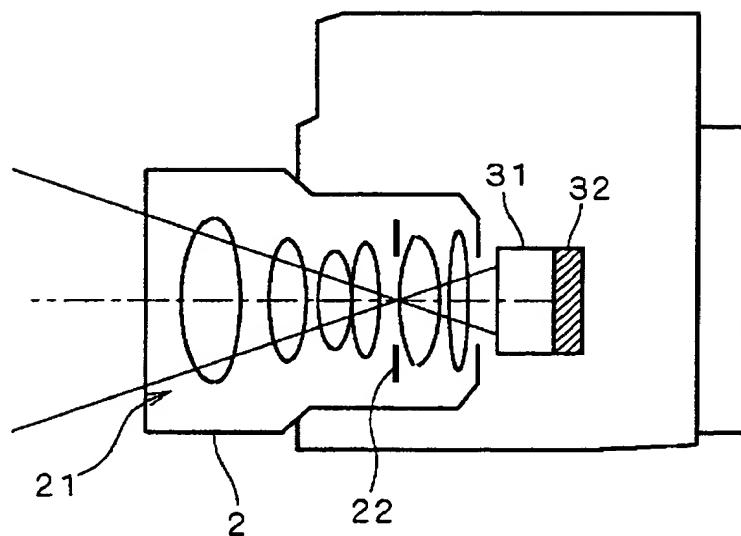
【図2】



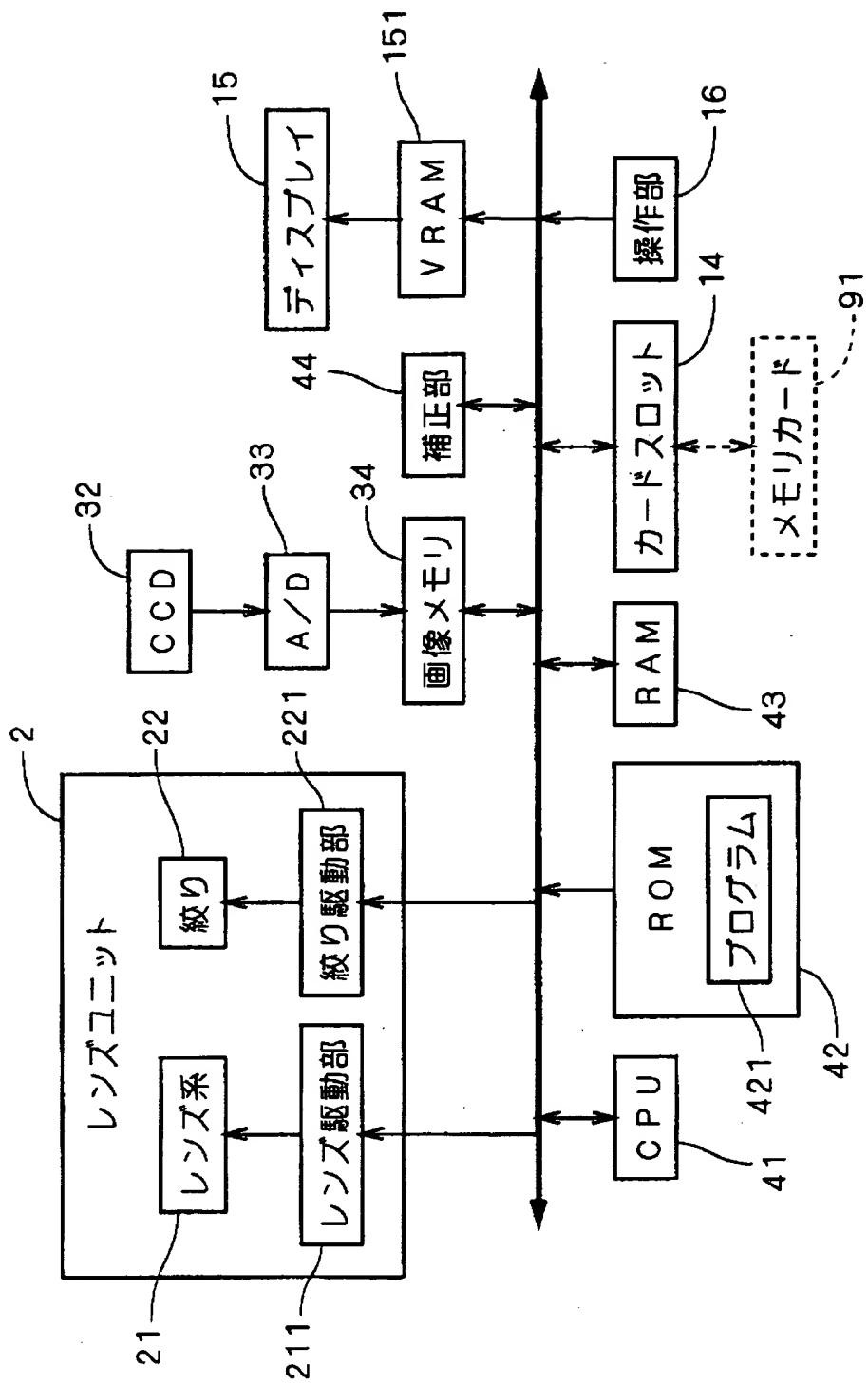
【図3】



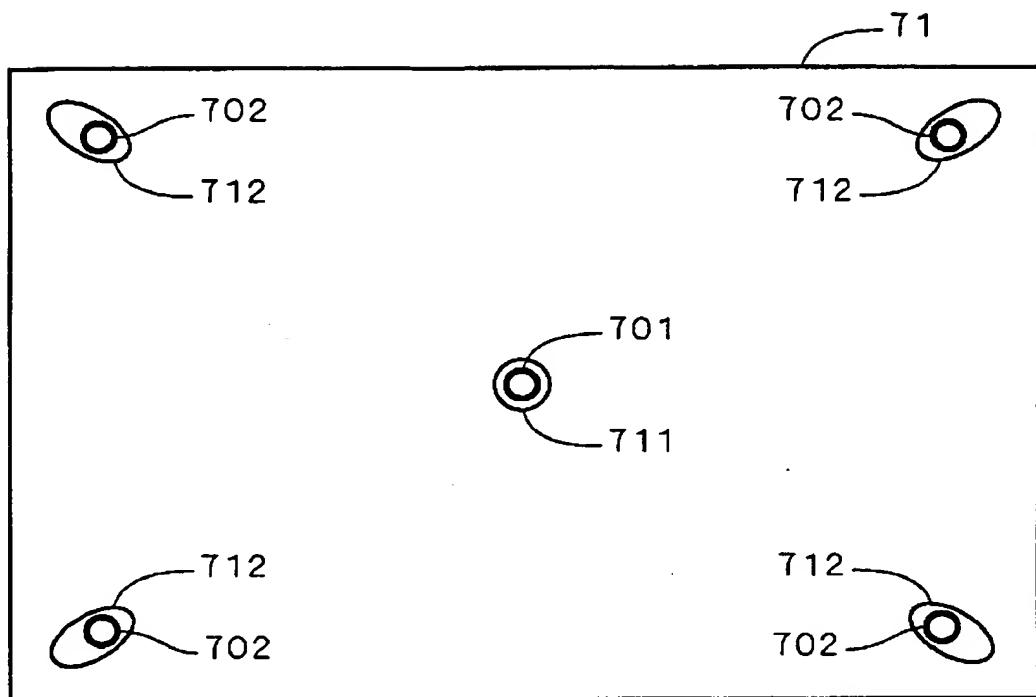
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

0	0	0
0	1	0
0	0	0

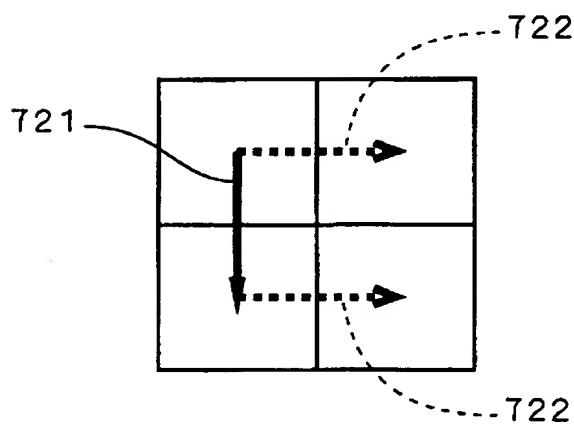
【図8】

0	1/6	0
1/6	1/3	1/6
0	1/6	0

【図9】

1/8	1/8	0
1/8	1/4	1/8
0	1/8	1/8

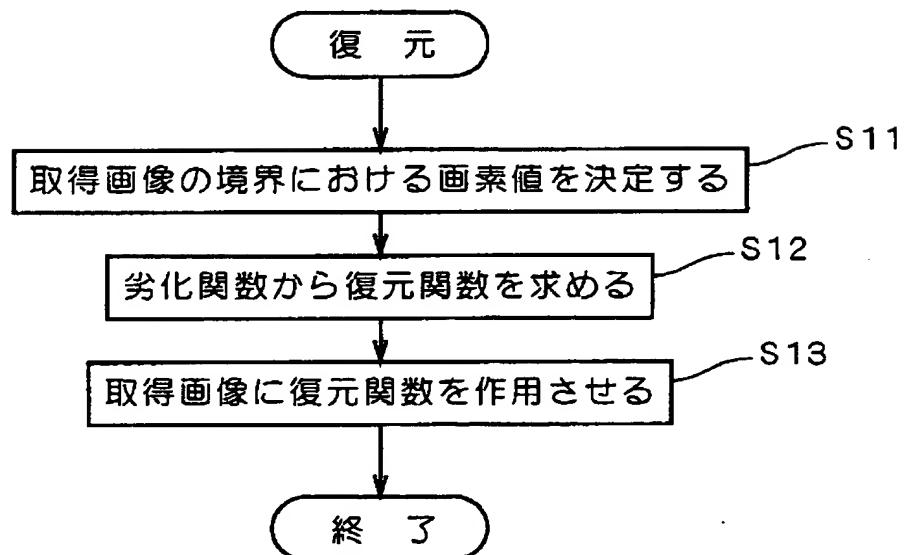
【図10】



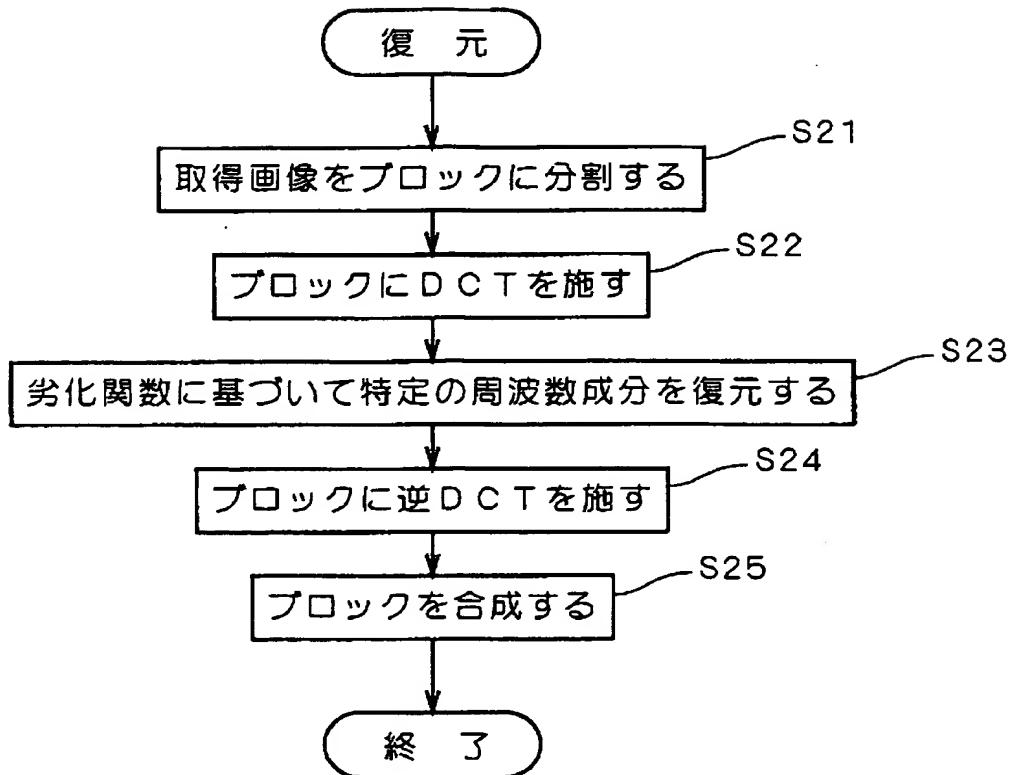
【図11】

0	0	0
0	1/4	1/4
0	1/4	1/4

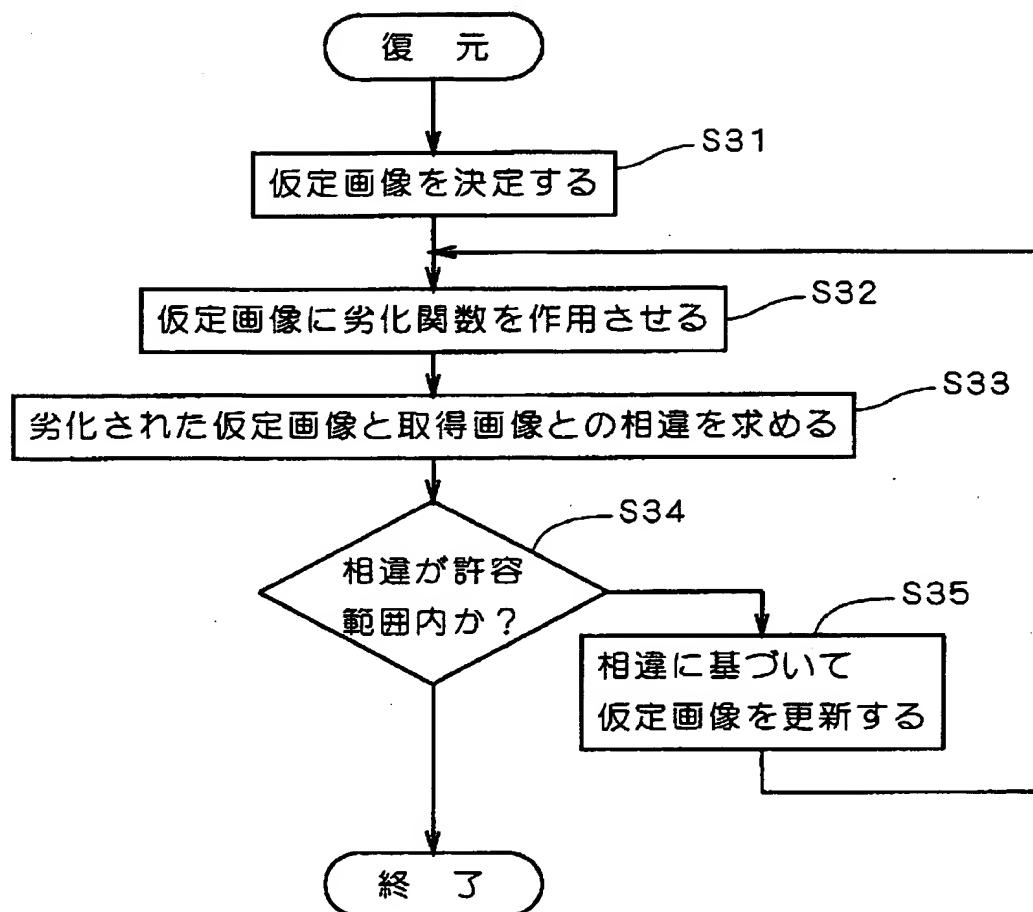
【図12】



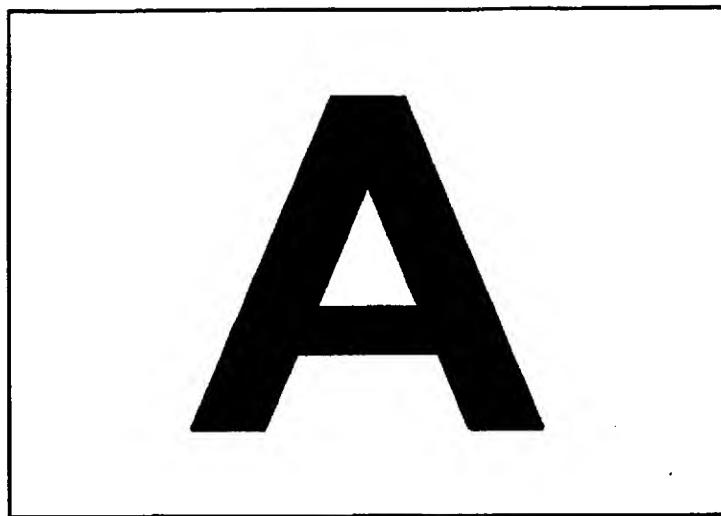
【図13】



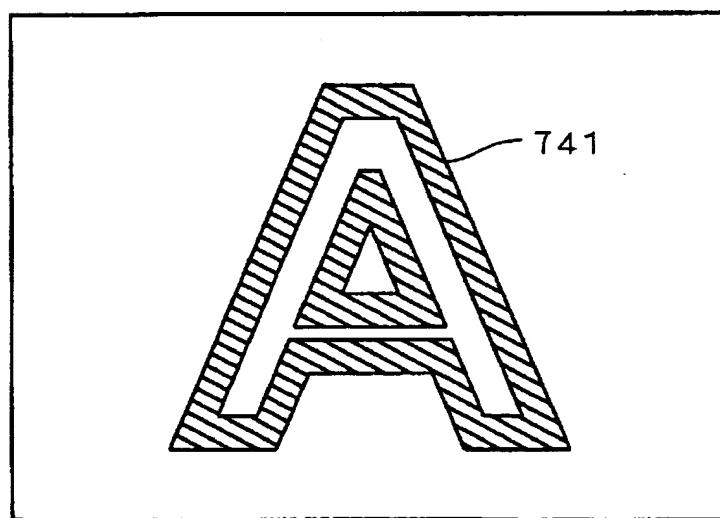
【図14】



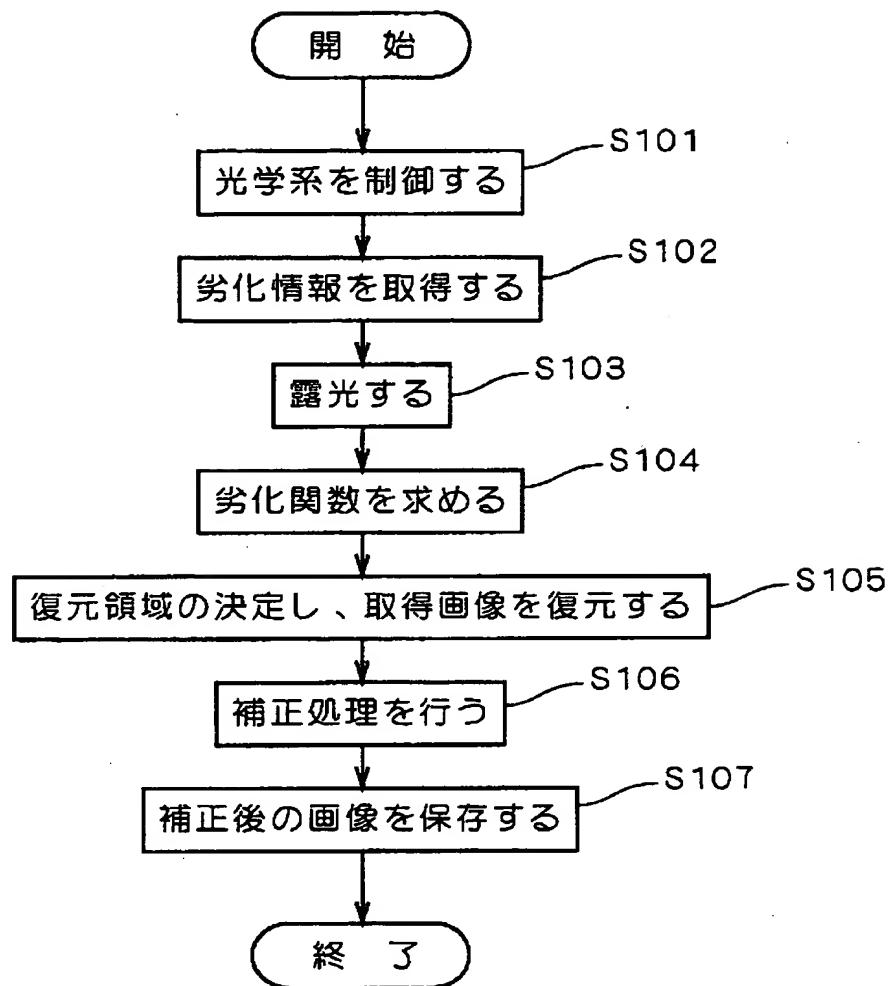
【図15】



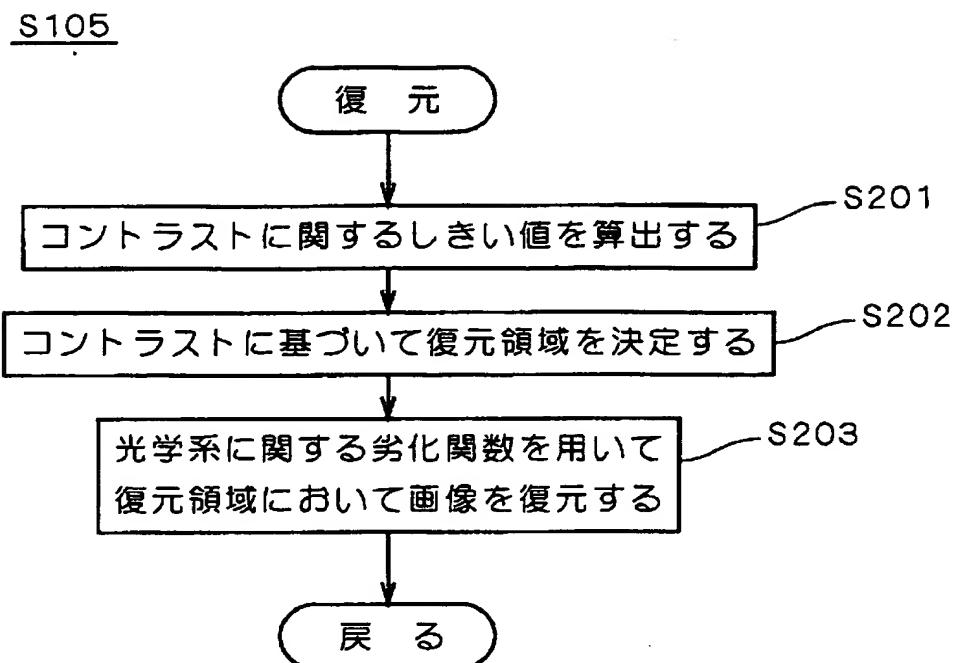
【図16】



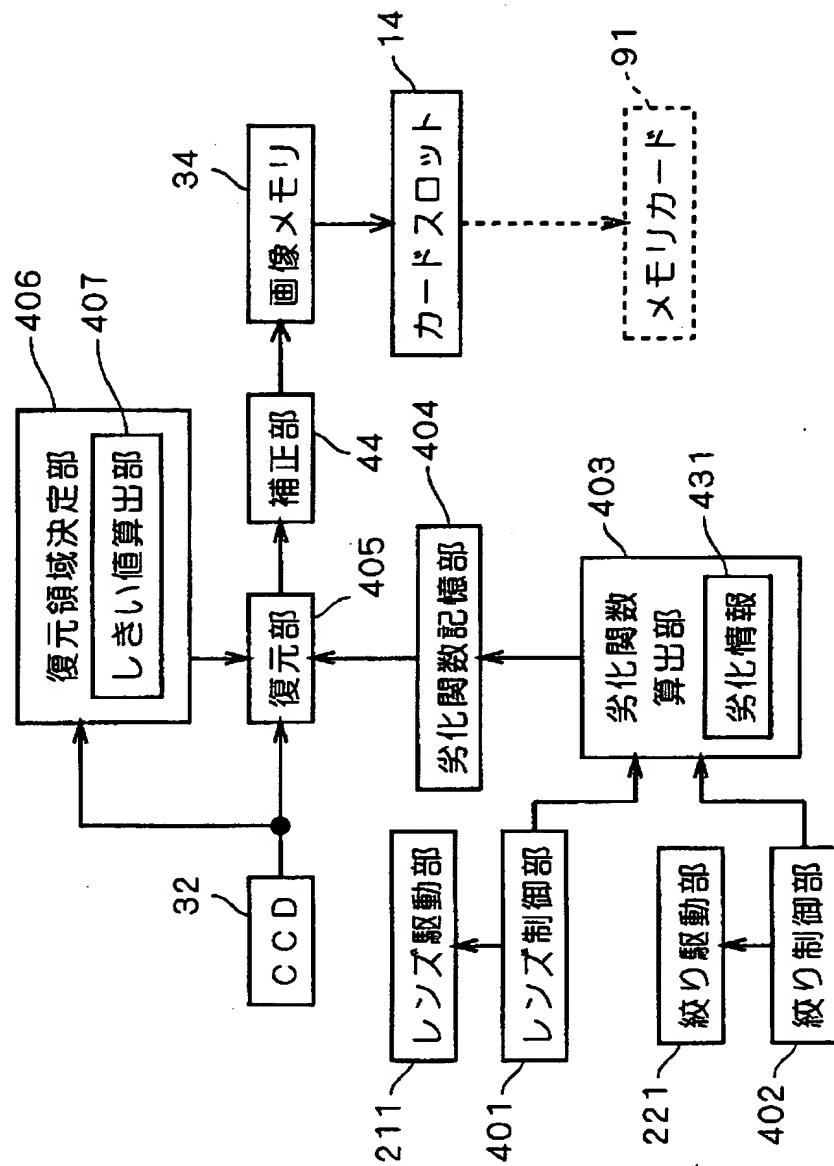
【図17】



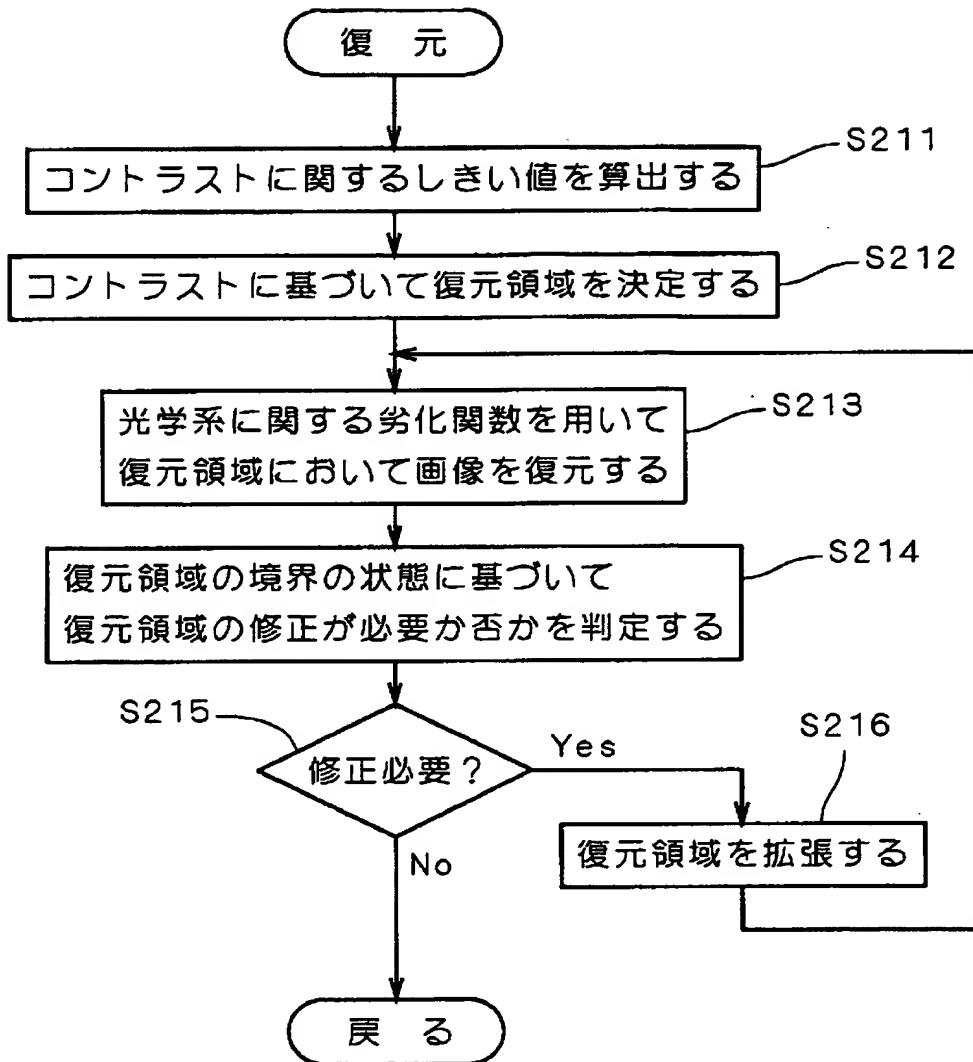
【図18】



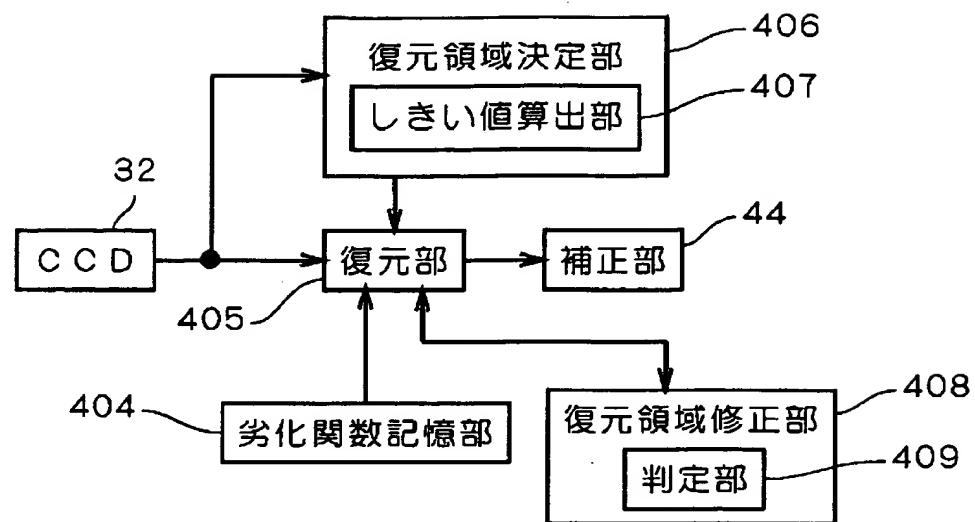
【図19】



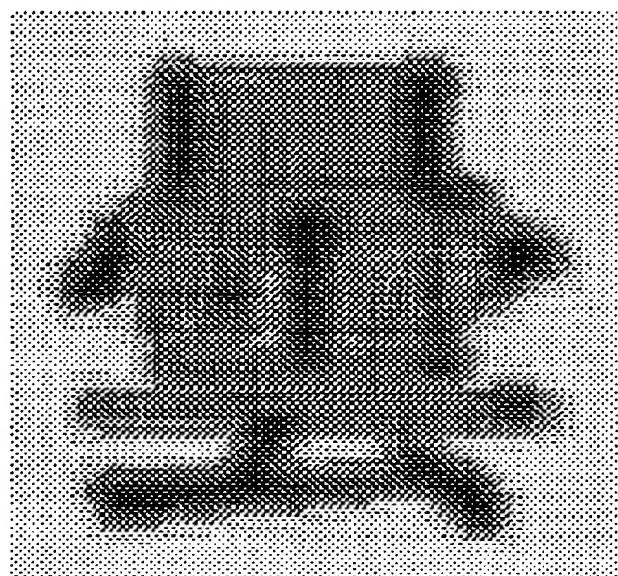
【図20】

S105

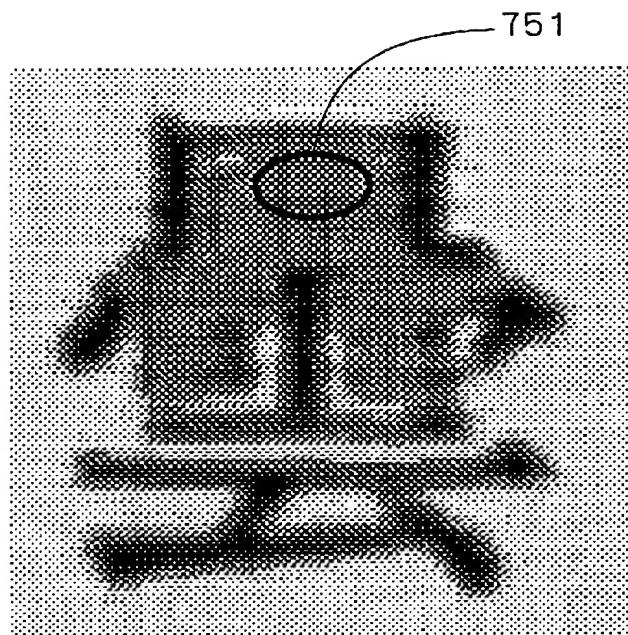
【図21】



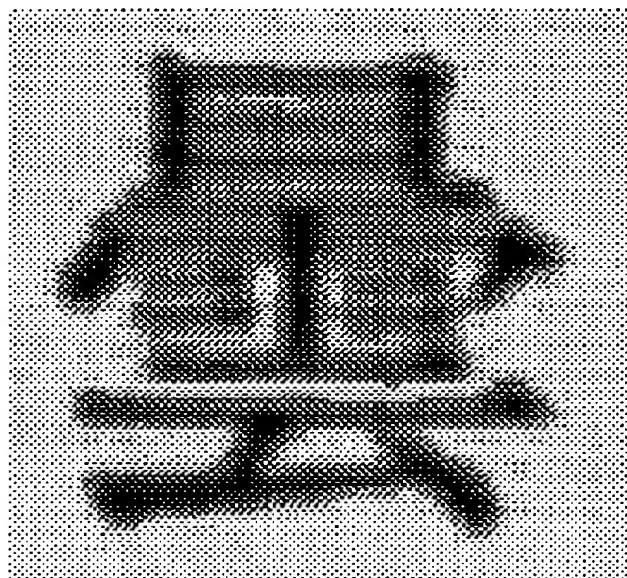
【図22】



【図23】



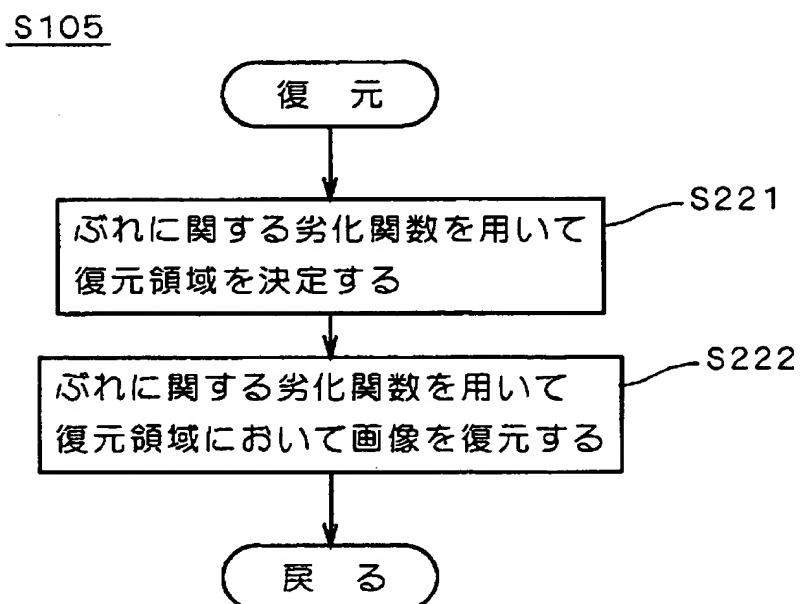
【図24】



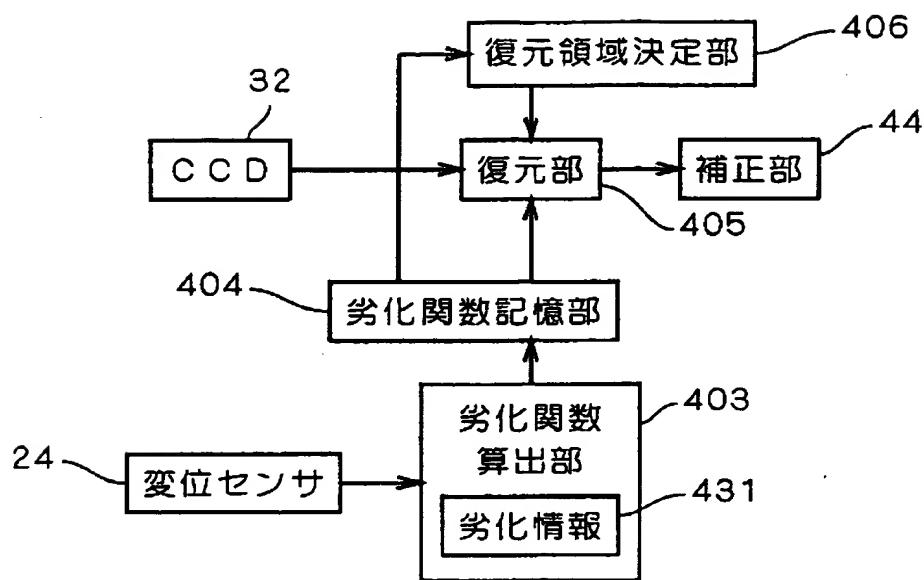
【図25】

0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
1/5	1/5	1/5	1/5	1/5
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

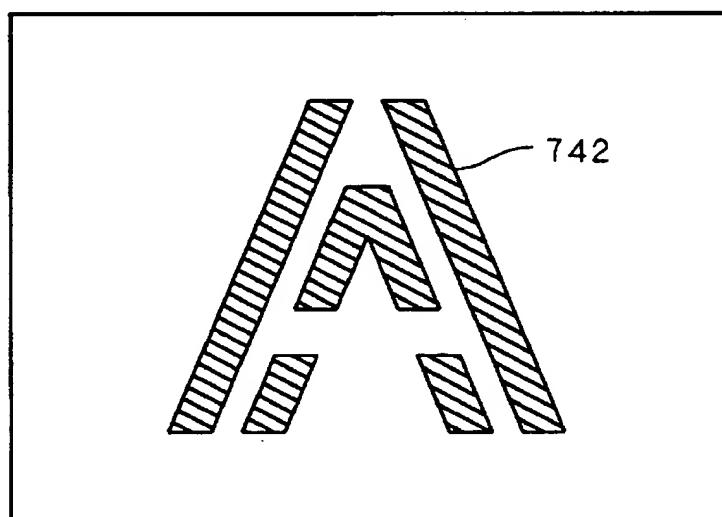
【図26】



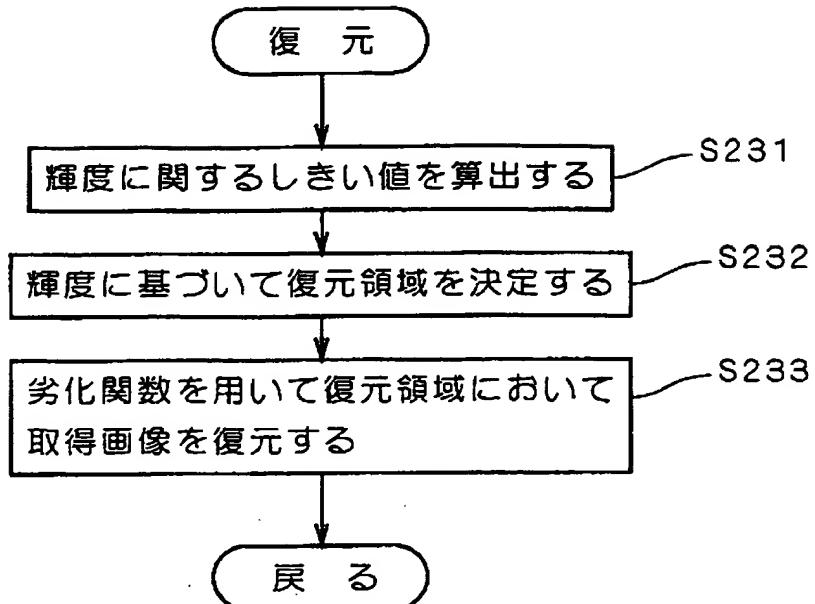
【図27】



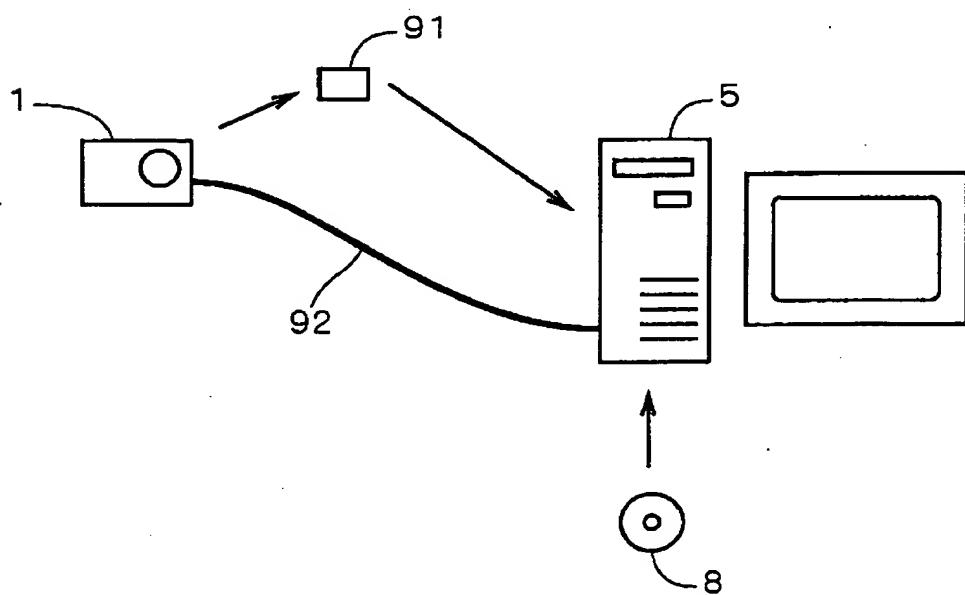
【図28】



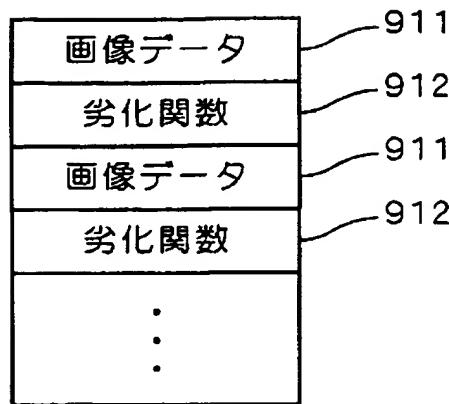
【図29】

S105

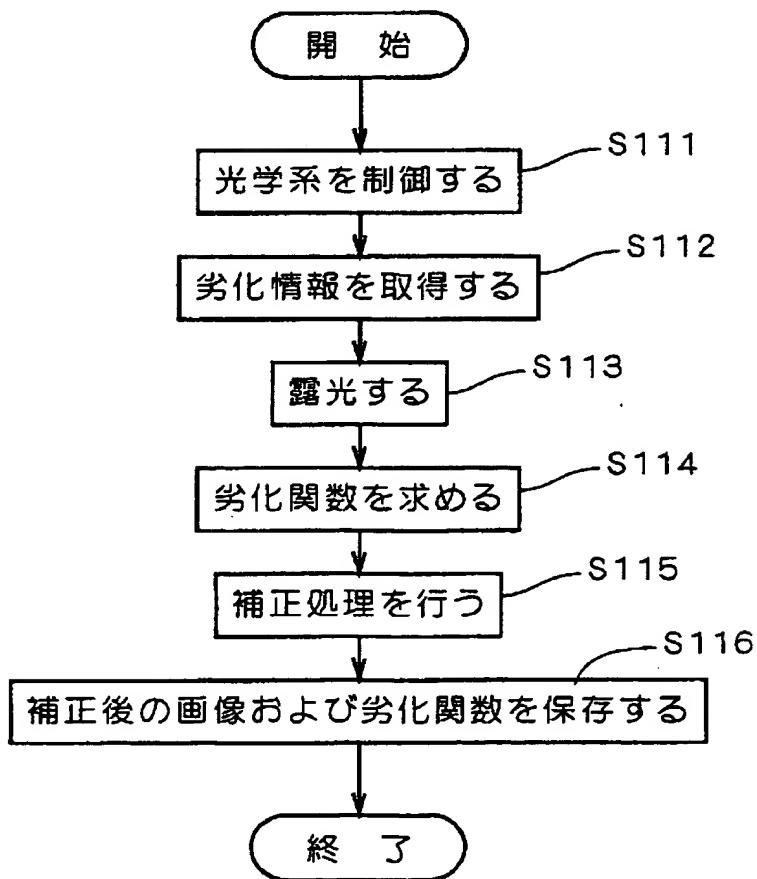
【図30】



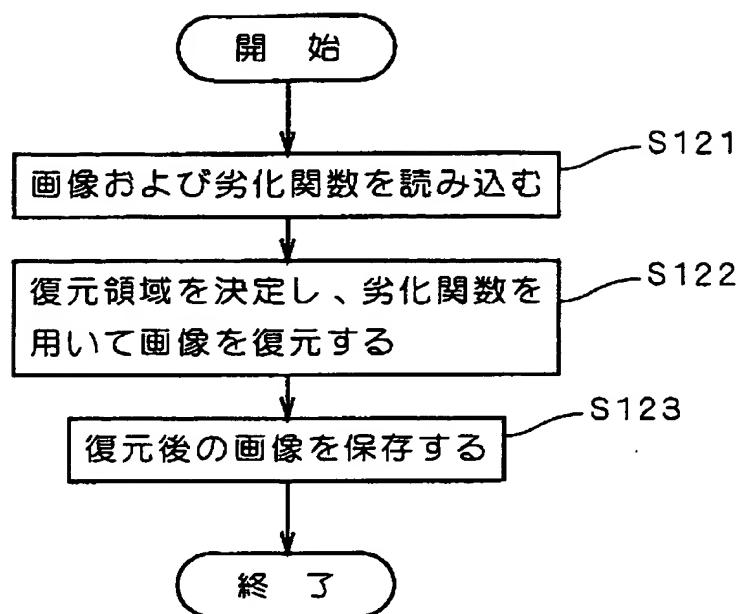
【図31】



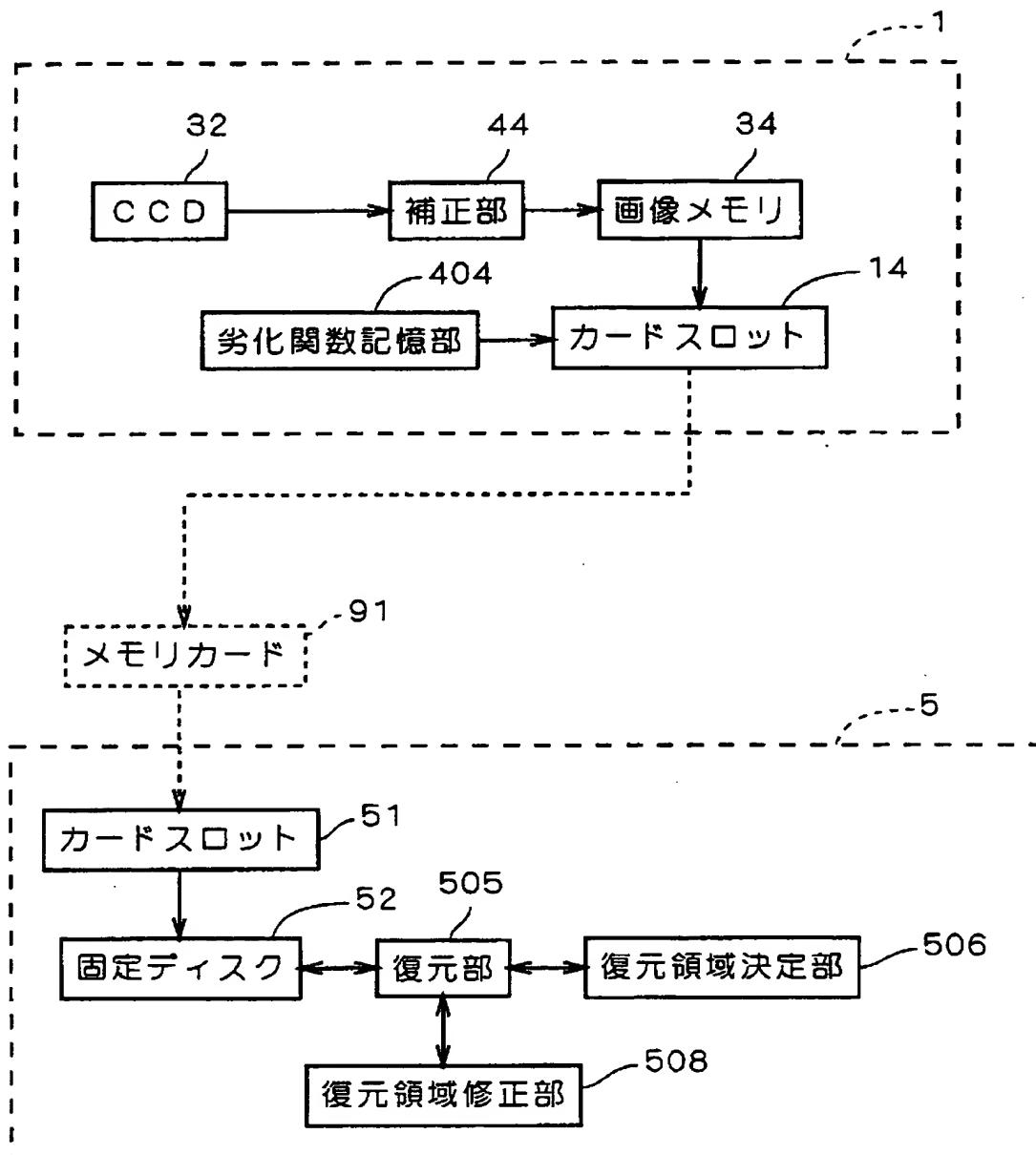
【図32】



【図33】



【図34】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 画像の劣化を適切に復元する。

【解決手段】 画像から所定のしきい値を求めた上で、復元すべき復元領域を決定する（ステップS211, S212）。その後、画像の劣化特性を示す劣化関数を用いて復元領域において画像の復元を行う（ステップS213）。さらに、復元領域の境界の状態に基づいて復元領域の修正が必要か否かを判定し（ステップS214）、修正が必要な場合には復元領域を拡張した上で再度復元領域において復元を行う（ステップS216, S213）。これにより、画像全体を復元する場合に生じるリンク等を防止することができ、画像の劣化を適切に復元することが実現される。

【選択図】 図20

出願人履歴情報

識別番号 [000006079]

1. 変更年月日 1994年 7月20日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
氏 名 ミノルタ株式会社